

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-226541

(43) 公開日 平成7年(1995)8月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 41/083

H 0 1 L 41/ 08

Q

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-15083

(22) 出願日 平成6年(1994)2月9日

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 大川 康夫

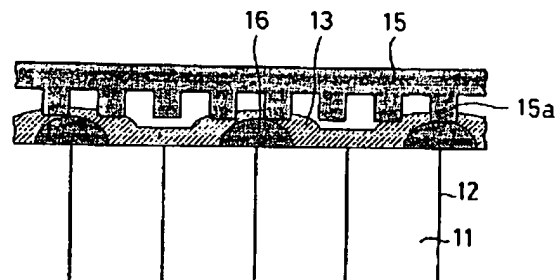
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 積層型圧電素子

(57) 【要約】

【目的】 外部電極と内部電極を一層おきに確実に接続し、導通不良や絶縁不良を防止すると共に、外部電極と素子本体とを強力に接着することにより、剥がれ等の不良を防止することができる積層型圧電素子を提供すること。

【構成】 圧電材料膜11と内部電極12とが交互に重なる積層体の側面において、一層おきに導電性凸部16を形成すると共に、素子の積層方向に全ての圧電材料膜11にかかるように絶縁膜13を形成する。さらに、その上に、突起15aを有した銅箔15を外部電極として形成し、この外部電極は、突起15aと導電性凸部16との接触を介して内部電極12と電気的に接続される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電材料と内部電極とが交互に積層されている積層体の側面において、一層おきの内部電極の端部に形成された導電性凸部と、前記導電性凸部が形成された積層体の前記側面の全体を覆う絶縁膜と、前記積層体と対向する面に高さが一様に等しい多数の突起を有し、前記絶縁膜の上面側から積層体に向けて圧縮されることにより、前記各突起が前記絶縁膜を突き破り、前記各導電性凸部に接触する前記突起を介して前記内部電極と電気的に接続される外部電極と、を備えたことを特徴とする積層型圧電素子。

【請求項2】 前記外部電極の各突起の幅を前記導電性凸部の幅より狭く形成したことを特徴とする請求項1に記載の積層型圧電素子。

【請求項3】 隣合う前記各導電性凸部同志の間に前記突起が複数個存在するような間隔で、前記各突起を外部電極に配列したことを特徴とする請求項1に記載の積層型圧電素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電材料の薄膜を多数枚積層し、電圧を印加することにより縦方向の変位を得る積層型圧電素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、積層型の圧電素子を製造する場合、内部電極を一層おきに外部電極に接続する必要があるが、従来の積層コンデンサ方式を用いると内部電極面積が素子の断面積より小さいため、電界が全面に発生せず、変位を阻害するばかりでなく不均一な部分に応力集中が発生し、ついには破壊するという致命的な欠点がある。また、積層時の位置決めが難しく、多くても数十枚程度の積層枚数が限界であり、同じ印加電圧の場合、素子の変位量は積層枚数に比例するため、大きな変位量を発生する素子を製造することは困難であった。この欠点を解消するために圧電シートの全面に電極を印刷して積層する方法、即ち、内部電極の面積と素子の面積を等しくする構造が一般的になっている。そして、その一例として、図8及び図9に示すような方法が考えられている。

【0003】まず、図8(a)に示すように、内部電極72が印刷された膜状の圧電材料71を一層おきに内部電極72の端部が露出するように積層し、焼結して焼結体70を形成する。そして、内部電極72の端部が一層おきに露出している側面に仮の外部電極73、74を塗布し、その仮の外部電極73を陰極として電気メッキを行うと、図8(b)に示すように、電気メッキ法による導電性凸部75が一層おきに形成された状態となる。

【0004】以下、焼結体70の縦断面図で説明する。図9(a)に示すように、導電性凸部75及び内部電極

72の端部に電着塗装法等により樹脂成分76を電着させ、150℃前後で焼き付けると、図9(b)に示すように、絶縁層77が形成される。

【0005】一方、図9(c)に示すように、熱圧着が可能で、且つ加圧部分のみ一方向への導電性を持ち、導電性粒子80を含有した異方性導電膜78と、外部電極となる銅箔79とを貼り合わせたものを用意し、図9

(d)に示すように、熱圧着すると、異方性導電膜78は導電性凸部75と対向した部分のみが他の部分より高い圧力で部分的に加圧されることになり、その結果、高い圧力で加圧された部分の導電性粒子80が絶縁層77を突き破り、導電性凸部75及び銅箔79と接触することになり、一層置ききの内部電極72が銅箔79に電気的に接続される。

【0006】同様の方法で、反対側の側面で層をずらして一層おきの内部電極と銅箔とを接続した焼結体70は、リード線の取り付け、樹脂外装及び分極処理等の工程を経て完成品となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような積層型圧電素子では、絶縁層77を突き破り、外部電極79と内部電極75とを接続する媒体として導電性粒子80を用いているため、次のような問題が生じた。

【0008】導電性粒子80の粒子の大きさには、ばらつきがあり、その分散状態も場所により異なっているため、加圧されても導電性粒子80が導電性凸部75まで届かず電気的に接続されない層ができたり、逆に、導電性凸部75のない、本来絶縁されるべき層が導通してしまうことあった。また、導電性粒子80の存在により銅箔79の接着力が弱くなり、素子の駆動中に剥がれてしまうことがあった。

【0009】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、外部電極を一層置ききの内部電極に確実に接続し、導通不良や絶縁不良を防止すると共に、外部電極と素子本体とを強力に接着することにより、剥がれ等の不良を防止することができる積層型圧電素子を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の積層型圧電素子は、圧電材料と内部電極とが交互に積層されている積層体の側面において、一層おきの内部電極の端部に形成された導電性凸部と、前記導電性凸部が形成された積層体の前記側面の全体を覆う絶縁膜と、前記積層体と対向する面に高さが一様に等しい多数の突起を有し、前記絶縁膜の上面側から積層体に向けて圧縮することにより、前記各突起が前記絶縁膜を突き破り、前記各導電性凸部に接触する前記突起を介して前記内部電極と電気的に接続される外部電極とを備えている。

【0011】また、前記外部電極の各突起の幅を前記導電性凸部の幅より狭く形成することが望ましい。

【0012】さらに、隣合う前記各導電性凸部同志の間に前記突起が複数個存在するような間隔で、前記各突起を外部電極に配列することが望ましい。

【0013】

【作用】上記の構成を有する本発明の積層型圧電素子は、前記絶縁膜を突き破り導電性凸部と接触する突起が、外部電極と一体的に形成されており、しかも高さが一様に等しく形成されているので、各導電性凸部に対して、少なくとも一つの突起が確実に接触し、導電性凸部を介して内部電極と外部電極とが電気的に接続され、導電性凸部の形成されていない内部電極には、前記突起が接触しないため確実に絶縁される。

【0014】

【実施例】以下、本発明を具体化した実施例を図面を参照して説明する。

【0015】図1に本発明による積層型圧電素子の断面図を示す。圧電材料膜11と内部電極12とが交互に重なる積層体の側面において、一層おきに導電性凸部16が形成されると共に、素子の積層方向に全ての圧電材料膜11にかかるように絶縁膜13が形成されている。さらに、その上には、突起15aを有した銅箔15が、外部電極として形成され、この外部電極は、導電性凸部16を介して内部電極12と電気的に接続されている。

【0016】次に、図1に示される積層型圧電素子の製造方法について図面を参照して説明する。

【0017】まず、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）を主成分とする圧電材料を所望の組成に混合した後、850℃で仮焼成した粉末に5重量部のバインダーと微量の可塑材および消泡剤を添加し、有機溶媒中に分散させスラリー状にする。このスラリーをドクターブレード法により所定の厚さに成形しグリーンシートとする。このグリーンシート上に内部電極12としてPd（パラジウム）ペーストをスクリーン印刷し、所定寸法に打ち抜いたものを所定枚数積層し熱プレスにより一体化する。脱脂後、約1200℃で焼結を行い、図2に示すように、内部電極12が一層おきに露出するような位置で切断した焼結体21に、仮の外部電極22、23を塗布焼き付けし、さらに別の一对の側面24、25が露出するように切断する。

【0018】そして、焼結体21の一方の側面24において、導電性凸部16を形成する部分を残して他の全ての部分をテープでマスキングし、かつ他方の側面25全体をテープでマスキングした状態で、直流電源の負極に仮の外部電極22を接続してニッケルメッキ浴中に沈める。この状態で50mAの電流を約5分間流すと、仮の外部電極22につながる内部電極12にニッケルメッキが成長し、マスキングテープを剥すと、図3に示すように、ニッケルメッキ製の導電性凸部16が一層置きに形

成された状態となる。次に、反対側の側面25にも層をずらして導電性凸部16を形成するべく、既に導電性凸部16が形成された側面24の全体と、側面25の一部とをテープでマスキングして保護した後、負極を仮の外部電極23に接続してニッケルメッキを成長させる。これにより、側面25においても側面24と一層ずつずれて導電性凸部16が形成される。

【0019】洗浄後、直流電源の負極を仮の外部電極22、23に接続し、所定量の顔料を添加したエポキシカチオン電着塗料浴中に沈め、100Vの電圧を2分間かけると、図4に示すように、導電性凸部16が形成されている内部電極12は、導電性凸部16の表面に、エポキシカチオン電着塗料が電着し、導電性凸部16が形成されていない内部電極12は、その端部にエポキシカチオン電着塗料が電着する。その後、オープン中で150℃で30分間加熱処理すると、エポキシ樹脂成分が硬化する過程で流動性を持つため、図5に示すように平坦化され、絶縁膜13となる。

【0020】また、焼結体21とは別に、図6に示すように、ローラー等で加工することにより銅箔15の片面に突起15aを多数形成し、その表面に熱硬化性のエポキシ系接着剤を塗布したものを用意しておく。この突起15aは、導電性凸部16の幅の約4分の1程度の幅で形成され、また、隣合う導電性凸部16同志の間にこの突起15aが3個程度存在するような間隔で形成されている。

【0021】これを図7に示すように焼結体21の側面24、25にそれぞれの導電性凸部にかかるような大きさに切断し、突起15aと絶縁膜13とが向かい合うように仮止めする。そして、ほぼ180℃に熱した一对の平面状の加圧用治具（図7は一側面がわのみ図示）53ではさみ、数kgの荷重をかけて熱圧着すると、導電性凸部の部分のみが他の部分よりも高い圧力で部分的に加圧され、その結果、図1に示すように高い圧力で加圧された部分のみ銅箔15の突起15aが、絶縁膜13を突き破り、導電性凸部16と接触し、一層置きに内部電極12が銅箔15とが接続された状態となる。

【0022】そして、互いに反対向きの各側面24、25で層をずらして一層置きに各内部電極12に銅箔15を接続した焼結体21は、素子1個分に切断された後、銅箔15の一部に電力供給用のリード線を取り付け、樹脂外装および分極処理を施して完成品となる。

【0023】このように、本実施例の積層型圧電素子においては、絶縁膜13を突き破り導電性凸部16と接触する突起15aが、外部電極15と一体的に形成されており、しかも高さが一様に等しく形成されているので、各導電性凸部16に対して、少なくとも一つの突起15aが確実に接触し、導電性凸部を介して内部電極12と外部電極15が電気的に接続され、また、導電性凸部16の形成されていない内部電極12には、突起15aが

接触しないため確実に絶縁される。

【0024】また、突起15aを有していることにより、従来と比較して、外部電極15と素子本体との接合面積が増加し、外部電極15と素子本体とを強力に接合することができるので、剥がれ等の不良を防止することができる。

【0025】さらに、本実施例においては、各突起15aを導電性凸部16の幅の約4分の1程度の幅で、比較的狭く形成しているため、絶縁膜13を突き破りやすく、比較的弱い圧力で内部電極12と銅箔15を接続することができる。そして、突起15aは、隣合う導電性凸部16同志の間に、3個程度存在するような間隔で形成されているので、導電性凸部16の数に対して、突起15aが多数存在し、その配列方向に位置決めすることなく銅箔15を圧着しても、いずれかの突起15aを各導電性凸部16に確実に接触させることができる。

【0026】尚、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、その主旨を逸脱しない限り種々の変更を加えることができる。例えば、ニッケルメッキの代わりにクロムメッキや銅メッキを用いても同様の効果を得ることができる。また、一層置き各導電性凸部に接続可能であれば、突起の数、幅及び間隔は任意に変更可能であり、その形状は、矩形だけでなく、先端が細くなった山型形状や波型形状に形成しても良い。

【0027】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように、本

発明の積層型圧電素子によれば、外部電極と内部電極とを一層おきに確実に接続することができるので、導通不良や絶縁不良の発生を防止することができ、また、外部電極を積層体に強力に接着することができるので、剥がれ等の不良を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施例の積層型圧電素子の断面図である。

【図2】 切断された積層焼結体の斜視図である。

【図3】 導電性凸部が形成された状態の焼結体の斜視図である。

【図4】 エポキシカチオン電着塗料が電着された状態を示す断面図である。

【図5】 エポキシカチオン電着塗料が加熱により流動した状態を示す断面図である。

【図6】 突起が形成された銅箔の断面図である。

【図7】 突起を形成した銅箔を積層体に加圧する状態を示す説明図である。

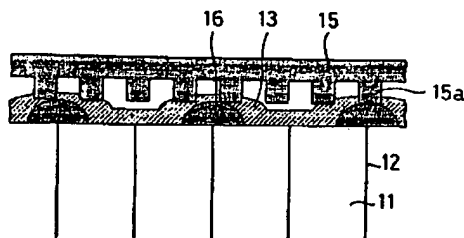
【図8】 従来の積層型圧電素子の説明図である。

【図9】 従来の積層型圧電素子の説明図である。

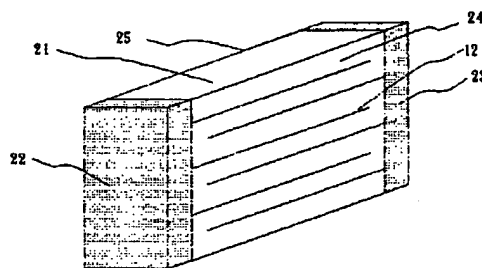
【符号の説明】

- 11 圧電材料膜
- 12 内部電極
- 13 絶縁膜
- 15 銅箔
- 15a 突起
- 16 導電性凸部

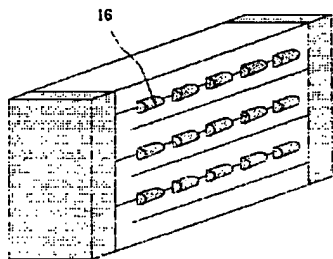
【図1】



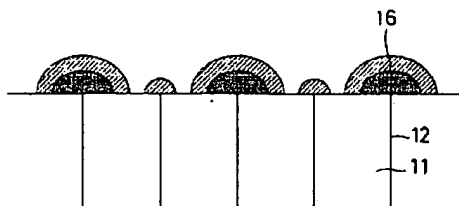
【図2】



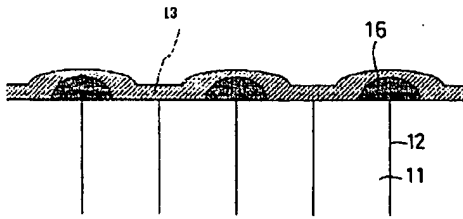
【図3】



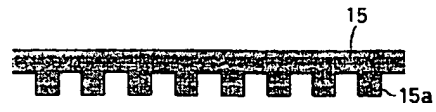
【図4】



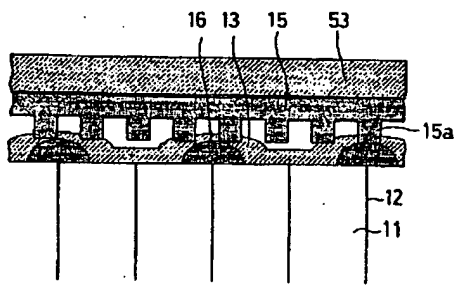
【図5】



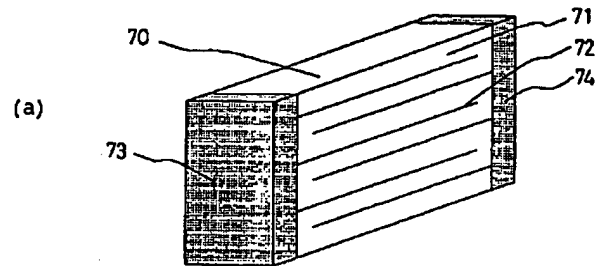
【図6】



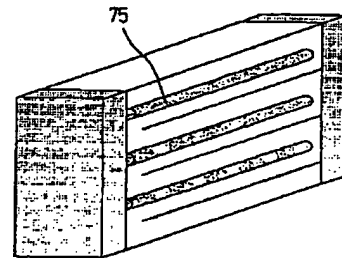
【図7】



【図8】



(b)



【図9】

